

Opinnäytetyö AMK

Rakennustekniikka

Tuotantojohtaminen

Kevät 2013

Tomi Myllärinen

# BETONIRUNKOTÖIDEN VIRHEIDEN ENNALTAEHKÄISY JA KORJAUS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tomi Myllärinen

## BETONIRUNKOTÖIDEN VIRHEIDEN ENNALTAEHKÄISY JA KORJAUS

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selkeyttää betonirunkotyön viimeistelyitä, joista aiheutuu mittavia aikatauluviivästyksiä ja kustannusten karkaamisia rakennustyömailla, jos työtä ei ole tehty huolella. Nämä työvaiheet vaikuttavat suuresti työmaan yleiseen suoriutumiseen koko projektista. Betonirunkotöiden viimeistelyihin ei ole yleensä sijoitettu erillisiä työntekijäresursseja. Työvaihetta ei ole myöskään osoitettu selkeästi kuuluvaksi esimerkiksi runkotyönjohdolle tai sisävalmistustyönjohdolle.

Opinnäytetyössä aiheen käsittely aloitetaan runkotyön suunnittelusta ja siinä piilevistä ongelmista ratkaisuihin, josta siirrytään resurssijakoon. Resurssijaossa käydään läpi työnjohdon ja työntekijöiden roolia työtehtävissä samalla kuvaillen mahdollisia ongelmakohtia.

Pääurakoitsijan valvonnalla on aivan erityinen tehtävä rakennustyömaan läpiviemisessä, ja se on kuvattu vaiheineen opinnäytetyön keskivaiheilla. Työsuoriteosio on viimeisenä, ja siinä kuvataan työssä tapahtuvia toimenpiteitä ongelmakohtineen. Työkohteen aliurakoitsijoiden työtä tulee valvoa pääurakoitsijan toimesta projektin alusta loppuun. Jos työn laatu ei täytä toivottuja vaatimuksia, tulee asiaan reagoimisen olla riittävän tehokasta.

Tämän päivän rakentamisen laadusta on syntynyt paljon kriittistä keskustelua ja näyttää yleisen rakennusalan kehityksen valossa erikoiselta, että näin yksinkertaiseen ja vanhaan työsuoritevaiheeseen ei ole panostettu tarpeeksi. Myöskään kehitystä ei ole tapahtunut toivotulla tavalla. Runkotyön rakentamisaikavälillä tapahtuneet virheet näkyvät pintaan materiaaliin saakka, ellei korjaustoimenpiteitä suoriteta. Vaikka korjaustyö tehtäisiin, voi silti esiintyä lukuisia ongelmia, kuten ilmatiivyyteen ja kosteuden pitävyyteen liittyviä ongelmia. On siis hyvin tärkeää, että betonirunkotyön viimeistely hoidetaan hyvin ja huolellisesti alusta loppuun saakka.

### ASIASANAT:

Betonelementit, työnjohto, esimiehet, paikalla rakentaminen, suunnittelu, suunnitelmat, runkorakenteet

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Civil Engineering | Production Management

Summer 2013 | 25

Haapasaari Jyrki

Myllärinen Tomi

# PREVENTION AND REPAIR OF ERRORS IN CONCRETE FRAMEWORK CONSTRUCTION

The purpose of this thesis was to clarify the finishing measures and error prevention of concrete framework construction. Problems with the finishing work can cause for example delays in timetables and loss of money. The finishing of the concrete framework does not have its own clearly allocated resources even when it can be seen as an important part of the building processes.

The first section of this thesis discusses how the planning of the framework gets started and what kind of problems this planning may include. The section on resource allocation is about the roles of the management and employees. Possible problems with resources are also described in this section.

Supervision has a special task from the beginning until the end when building processes are underway. A section concentrating on supervision is provided. The last part of this thesis is about the work output and all the different problems involved. What the contractors are doing needs to be monitored all the time. If the quality of the work is not the best possible and does not meet the expectations, sufficient reacting is required enough.

These days there has been much critical discussion about the quality of buildings and construction work. There has not been enough attention towards the finishing of the concrete frame, which is an old and simple part of the construction process. The finishing of the concrete frame should be developed. The mistakes at the base stage can often be seen all the way until the surface if the surface has not been covered at all. If it has been covered there can still be problems for example with moisture and air leakage. It is therefore very important that the finishing of the concrete frame is done properly from the beginning until the end.

## KEYWORDS:

concrete elements, management, foremen, on-site-construction, planning, plans, framework construction

# SISÄLTÖ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 JOHDANTO</b>                        | <b>5</b>  |
| <b>2 BETONIRUNKOTYÖN ALOITUS</b>         | <b>6</b>  |
| 2.1 Työn suunnittelu                     | 6         |
| 2.2 Paikallavalun suunnittelu            | 6         |
| 2.3 Elementtiasennuksen suunnittelu      | 7         |
| 2.4 Suunnitelmapiirustukset              | 9         |
| <b>3 RESURSSIJAKO</b>                    | <b>12</b> |
| 3.1 Työntekijän rooli                    | 12        |
| 3.2 Työnjohdon rooli                     | 13        |
| <b>4 VALVONTA</b>                        | <b>15</b> |
| 4.1 Työntekijöiden valvonta              | 15        |
| 4.2 Työnjohdon valvonta                  | 16        |
| <b>5 TYÖSUORITE</b>                      | <b>18</b> |
| 5.1 Paikallavalu, aloitus ja työvälineet | 18        |
| 5.2 Työn suoritus ja tarkastus           | 20        |
| 5.3 Elementtien vaakasaumat              | 21        |
| 5.4 Elementtien pystysaummat             | 22        |
| <b>6 YHTEENVETO</b>                      | <b>25</b> |
| <b>LÄHTEET</b>                           | <b>26</b> |

## KUVAT

Kuva 1. Julkisivuelementin asennuslaastiaines on vajaata.

Kuva 2. Pohjapiirustukseen ennalta hahmoteltu ongelmakohtia.

Kuva 3. Ratu-kortistosta löytyy kattavat tiedot käytettävistä.

Kuva 4. Sauma-ainesta on liikaa vasemmalla näkyvässä elementissä. Tarpeeton tartuntarauta aiheuttaa lisäksi työturvallisuusriskin.

Kuva 5. Julkisivuelementin saumalaastia, elementin asennuskolot esitetyt.

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selkeyttää pääurakoitsijan työnjohdolle betonirunkotöiden virheiden ennaltaehkäisyä ja korjausta. Näihin edellä mainittuihin vaiheisiin sisältyy töiden vaatimat viimeistelytyöt, jotka ovat betonipintojen asennuksen jälkeinen viimeistely-, paikkaus- ja korjaustoimenpiteitä. Nämä työsuoritteet ovat kokemukseni mukaan valvonnan osalta puutteellisia suurissakin yrityksissä.

Opinnäytetyössäni käsittelemäni aihealueet ovat kokemukseni mukaan erittäin harmaalla alueella työnjohdollisesta näkökulmasta katsoen, sillä rungon työnjohdollinen työ on käytännössä ohitse ja keskittyminen ylempiin kerrosneliöihin vaatii syventymistä. Sisävalmistustyönjohto ei ole kuitenkaan vielä aloittanut kohteessa, sillä työmaalla ei ole esimerkiksi tasoitetyövaiheiden suorittajia vielä viikkoihin paikalla. Kuitenkin hetken niin koittaessa, sisävalmistustyönjohto aloittaa operoinnin urakoitsijoiden kanssa monen kerroksen reservillä, joten pohjatyön vajavaisuus tulee havaittua nopeasti ja tarvetta korjaustoimenpiteille näin ollen syntyy liikaa kerralla.

Tässä opinnäytetyössä luetellut työvaiheet ja suoritteet vaikuttavat oleellisesti sisävalmistustöiden aikatauluun, lisätyökustannuksiin, yleisiin rakennustyökustannuksiin ja loppukäyttäjän laatuvaikutukseen.

Nykypäivänä, kun rakennustyön laadusta on julkisuudessaakin puhuttu kriittiseen sävyyn ja rakennusalan toimijoiden jatkuvasti tehostaessaan toimintaansa kustannuksia karsimalla. Tämän vuoksi koen työni aiheen olevan ajankohtainen ja hyödyllinen. Opinnäytetyöaiheeni kattaa betonirunkotöiden suunnittelusta sen luovutukseen kuvaillen ongelmatilanteet ja tuomalla esiin niihin ratkaisuja. Apuna havainnollistamisessa tässä työssä on esitetty pohjapiirustus ja valokuvia ongelmakohdista.

## 2 BETONIRUNKOTYÖN ALOITUS

Ennen työn varsinaista aloitusta on työnjohdon mietittävä ennalta mahdolliset ongelmatapaukset sekä miten niihin tulisi varautua. Työnjohtajan tehtäviin voisi kuulua muistilistan laatiminen mahdollisista ongelmatapauksista, joita voi ilmetä työn edetessä. Näin ongelmia havaittaessa muistilistaan palaaminen nopeuttaisi ja selkeyttäisi ratkaisun tekoa. Muistilistassa tulisi lukea korjaavan suoritteiden suorittaja sekä tälle nimettynä oleva varamies. Näin työvaiheeseen jo perehdytetty yksilö ryhtyy nopeasti suoritteeseen. Ongelmatapauksia yleisesti lueteltuna ovat betoniroiskeet, -lohkeamat, -purseet ja betonipintojen kaarevuus.

### 2.1 Työn suunnittelu

Yleisesti ottaen rakennustyön suunnittelussa pyritään tehokkaaseen toimintatapaan, jolla säästetään aikaa ja rahaa. Näin ollen työmaan työnjohto on avainasemassa vaikuttamassa näihin edellä mainittuihin asioihin. Matemaattisesti ilmaistuna taloudellinen tuottavuus on tuotoksen määrän ja laadun suhde panoksen määrään ja laatuun (Koivu 2002, 32).

### 2.2 Paikallavalun suunnittelu

Paikallavalettavan työn suorittajalta vaaditaan tarkkaavaisuutta, sillä betonoitaessa roiskeiden ja valumien esiintyvyys voi olla hyvinkin piilevää ja runsasluukuista. Kuitenkin kaikki betonoinnissa aiheutuneet ylimääräiset jäljet on poistettava tuoreeltaan seinä-, lattia- ym. pinnoilta, sillä jälkikäteen poistamiseen vaadittava työteho on usein moninkertainen alkuun nähden. Tämä asettaa toiminnallisia haasteita pääurakoitsijan työnjohdolle, jonka reagointi sekä valvonta tekevät loppullisen laadun todeksi. Poikkeuksena on pintojen kaarevuus, joka korjataan vasta työalueen rauhoituttua muulta työsuoritteelta. Esimerkkinä oikaisutyöstä on tilanne, jossa kohteen runkotyö jatkuu ylemmissä kerroksissa ja

holvivalutuet on oltava poistettuna suurelta osin huoneistoja, jolloin työtilaa on riittävästi. Muottien purku on sallittu betonin lujuuden ollessa 60 % kokonaislujuudesta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2009, 86.) Suoritteessa pitää huomioida myös paikoitellen putoamissuojaus, sillä työkohteiden esiintyvyys voi olla putoamisvaaran piirissä.

Rakennustyömaan putoamissuojauksuunnittelu on osa tuotannonsuunnittelua, ja sen laatiminen on työmaan toimihenkilöiden vastuulla (Heiska & Koskenvesa 2010, 16).

Putoamissuojauksuunnitelman vaikutukset ovat nähtävissä työskentelyturvallisuudessa, kustannuksissa ja aikatauluviiveissä, jotka kaikki vaikuttavat työn aikataulun pysyvyyteen ja kustannuksiin. Rakennustyömaalla tapahtuvien tapaturmien kustannuksia tarkasteltaessa ei pitäisi olla epäselvää, mikä yrityksen kannalta on kustannustehokkain toimintatapa työturvallisuuden osalta.

Yksi työtapaturma maksaa keskimäärin noin 6 000 €. Vain rakennusalan tapaturma-alttiiseen työskentelyilmapiiriin vaikuttamalla voidaan saada kustannukset alas. 16 % kaikista tapaturmista Suomessa sattuu rakennusosalalla, kuitenkin vain 7 % työntekijöistä työskentelee rakennusosalalla. (Leino 2010.)

Laadulliset poikkeamat betonipinnoissa on helpompi korjata tuoreeltaan pois lukien paikkaustoimenpiteet. Jälkikäteen kuivia betoniroiskeita ja -paloja on työllämpää poistaa, ja näin ollen syntyy ylimääräisiä, tarpeettomia kustannuksia ja aikataulullisia viivästyksiä. Betonipintojen korjaustoimenpiteisiin tarvittavien työvälineiden pitää työmaalla olla saatavilla heti, sillä betonin kuivuttua sama työmäärä on huomattavasti kalliimpaa suorittaa.

### 2.3 Elementtiasennuksen suunnittelu

Elementtiasennuksen suorittava työryhmä noudattaa laadittua elementtiasennussuunnitelmaa, jonka he käyvät läpi pääurakoitsijan työnjohdon kanssa. Suunnitelmassa on selvitykset työmaan olosuhteista, tarvittavista materiaaleista ja kalustosta sekä toimitusaikataulut ja välitavoitteet. (Heiska & Koskenvesa

2010, 34.) Näihin tietoihin myös elementtien sauma-aineksen viimeistelijän olisi hyvä perehtyä, jotta asennustyöryhmän mukana liikkuminen olisi sujuvaa ja välttäisi ikäviltä yllätyksiltä työkohteessa, kuten asennusjärjestyksestä tai elementtien toimitusajoista.

Asennustyöryhmän perässä tuleva erikseen nimetty viimeistelijä, jonka tehtävänä on viimeistellä asennustyössä syntyvä välipohjan ja seinäelementin välinen sauma. Työ on tärkeä, sillä saumapinta saa jäädä ns. kovaksi (purseita sisäpuolella elementtiä). Tarpeen tullen viimeistelijä lisätäyttää elementtisaumat, jotta vajavaisuutta ei esiintyisi.

Elementtiasennuksessa käytetyn asennuslaastin vajavaisuus johtuu usein laastin väärästä annostelusta. Lisäksi laastiaines kutistuu sisätiloissa kuivuessaan käytetystä aineksesta riippuen 0,4–0,6 ‰. Myös niinkin suurta, kuin 1 ‰:n painuma-kutistumaa voi esiintyä laastiaineksessa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2009, 90.) Vajavaisuudet elementtisaumoissa pitää ehdottomasti paikata, sillä paikoitellen jopa päivä paistaa lävitse. Tämä aiheuttaa korjaamattomana julkisivuelementeissä ilmatiiveys- ja vesivuoto-ongelmia, jotka taas aiheuttavat sitäkin suurempia jälkiongelmia. (Kuva 1.)





Kuva 1. Julkisivuelementin asennuslaastiaines on vajaata.

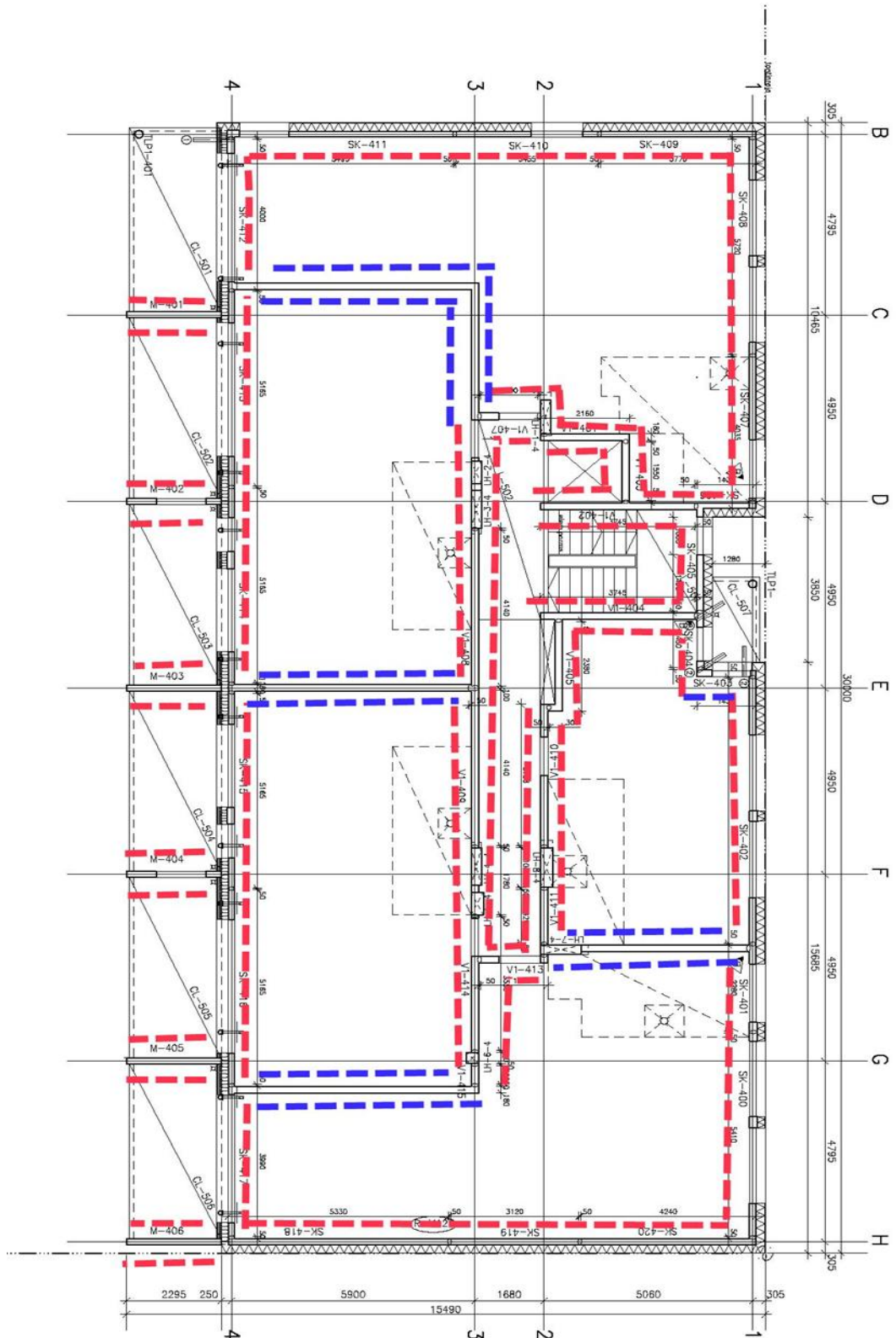
## 2.4 Suunnitelmapiiirustukset

Pääurakoitsijan työnjohdon olisi hyvä tutustua hyvissä ajoin elementtikuviin ja syventyä mahdollisiin ongelmakohtiin pohjapiirustusten avulla. Myös keskustelu runkourakoitsijan ja viimeistelijän kanssa helpottaa kaikkien osapuolten työsuoritteiden hahmottamista. Elementtiasennus- ja viimeistelytyön vaaroja on myös hyvä hahmotella etukäteen ryhmässä. Esimerkkinä on putoamissuojauksen huomiointi elementtiasennustyössä, jossa kaiteiden poistaminen elementtien asennuksen tieltä ja niiden saumaaminen asennuksen jälkeen on työnsuorittajalle vaarallista. Kaiteiden poistoista tms. työturvallisuusvaaroista on syytä ilmoittaa avoimesti ympärillä työskenteleville vaarojen välttämiseksi.

Esimerkkikuvassa (kuva 2) on kyseessä neljännen kerroksen pohjapiirustus, johon on hahmoteltu viivoin paikallavalettavien ja elementtiasennettavien seinien sijainnit. Punaisella merkityt seinälinjat vierustat ovat elementtisaumalaastil-

la suoritettavia, ja niiden viimeistely suoritetaan eri tavalla kuin sinisellä merkityt. Siniset ovat paikallavaluseiniä, joiden muokkaus virheiden sattuessa vaatii järeämpiä työvälineitä, kuten piikkaus- ja kulmahiomakonetta. Katonrajan työstäminen on holvibetonoinnin muokkausta, joka tapahtuu tarpeen vaatiessa kaikkialla seinälinjojen ylänurkissa työn alla olevan kerroksen alueella. Holvibetonointipurseiden piikkaustyö vaatii piikkausvasaran sekä telineiden käyttöä.

Holvibetonoinnin sekä holvimuottien purkamisen jälkeen seinien hionnan ja katossa sijaitsevan taitteen (jiiri)piikkauksen hoitaa yleensä hiojaurakoitsija aliurakointina. Hänellä on työhön soveltuvat asianmukaiset työkoneet ja pölynpoistolaitteet. Laskutus tapahtuu yleensä niin, että seinähionnat laskutetaan neliöhinnalla ja jiiripiikkaus metrihinnalla. Näin omien työntekijöiden resurssit voidaan kohdistaa muihin tarpeellisiin työsuoritteisiin, sillä hiottavaa pintaa on tuhansia neliöitä ja taitepiikkauksia satoja metrejä.



Kuva 2. Pohjapiirustukseen on ennalta hahmoteltu ongelmakohtia.

### 3 RESURSSIJAKO

Työvoimaresurssien etukäteen miettiminen yksilöllisesti tiettyihin työsuoritteisiin helpottaa työnjohdon työtä työkohteen alkaessa. Huolellisella suunnittelulla välttään työtehtävien päällekkäisyyksiltä ja huomataan ajoissa työmaalla mahdollinen resurssivaje, ennen kuin työsuoritteet pääsevät kunnolla käyntiin.

Rakennustyömaalla tietyt työsuoritukset vaativat työntekijältä muodollista pätevyyttä, jonka todisteeksi vaaditaan lupakirja tai todistus. Vaihtoehtona on myös, että työntekijän on muulla tapaa pystyttävä osoittamaan pätevyytensä ja sopivuutensa työhön. Nuoria työntekijöitä koskee tietyt työn teettämiseen liittyvät rajoitukset, jotka pääurakoitsijan kuin muidenkin työnjohtajien on ehdottomasti huomioitava työtehtäviä määrätessä. (VTT Rakentamisen turvallisuuden hallinta 2006.)

Työmaan työnjohdon ja työntekijöiden erot suorittavassa työssä ovat alun perin saaneet alkunsa 1900-luvun tehtaissa ja työpaikoilla sovelletusta Taylorin periaatteista. Näistä on muodostunut työskentelytapakulttuuri, jossa työnjohto suunnittelee työn ja työntekijät toteuttavat sen (Koivu 2002, 36). Tämä hyväksi havaittu työskentelytapa rakoilee paikoitellen työmailla, sillä monesti pääurakoitsijan työnjohto menee mukaan suorittavan työn tekemiseen, jopa urakkarajoista välittämättä. Tästä seuraa se, että työnjohdolle töiden suunnitteluun ja valvontaan varattu aika ei yksinkertaisesti riitä. Tämä töiden sekoittumisen kierre on petollinen, ja siksi kierteestä olisi syytä poistua. Jos havaitsee resurssien riittämättömyyden, on työvoimaresursseja palkattava lisää.

#### 3.1 Työntekijän rooli

Korjaustoimenpiteiden ja viimeistelyn työsuoritetta hoitaakseen työntekijän on pitänyt käydä läpi vähintään pienimuotoisen opastuksen ja ohjeistuksen omasta toimenkuvastaan työtehtävässä. Työhön opastus tarkoittaa ennen työn alkua ja aikana annettavaa opetusta ja ohjausta. (Heiska & Koskenvesa 2010, 6.)

Betonipintojen korjaustoimenpiteissä ja viimeistelyssä perehdytetty työnsuorittaja olisi hyvä olla sama koko työvaiheen ajan, jotta työ ehtii niin sanotusti rutinoitua ja näin ollen työnlaatu sekä työsuoriteaika ovat parempia verrattuna hetkitäisiin sijaissuorittajiin. Kokeneella työntekijällä voi olla jo aiempaa kokemusta kyseisestä työtehtävästä, ja silti hän joutuu käymään läpi työhön perehdytyksen. Syy tähän perehdytyksen pakollisuuteen on, että kun viimeistelytyötä ei ole tehty asianmukaisesti sisävalmistustöiden alkaessa, aiheutuu betonin korjaustöistä helposti kahden työntekijän kustannus. Tämä ei ole kustannustehokasta toimintaa.

Näissä edellä mainituissa työtehtävissä työnsuorittajalta vaaditaan myös varauksetonta ylityöhalukkuutta, sillä työ vaatii valvonta- ja suoritetoimenpiteitä betonointipäivinä. Työpäivät voivat monesti pitkittyä yli normaalin työajan betonitoimitusten epäsäännöllisyyksien vuoksi. Työnjohto ei voi olettaa, että muotit pysyvät tiiviinä ja tietoisesti työkohde jätetään valvomatta. Kun muotti yllättäen vuotaa, pettää tai roiskevirheitä ilmenee, on putsautyö jälkeensä huomattavasti vaikeampaa.

Runkourakoitsijaa on vaikea saada jäämään ylitöihin muottipaikkauksen jälkeen suorittamaan niin sanottuja putsautöitä ilman kattavaa lisätyö- tai tuntilaskutusta, joten kyseessä oleva työsuorite on käytännössä pääurakoitsijan vastuulla. Tämän suoritteen suorittavan henkilön ammattinimike tulee olla kokenut rakennusmies.

### 3.2 Työnjohdon rooli

Nykypäivänä pääurakoitsijan työnjohto on avainasemassa vaikuttamassa työn sujuvuuteen, -laatuun ja kustannusten hallintaan. Näiden osatekijöiden vuoksi pääurakoitsijoiden työnjohtajilla on suuri vastuu rakennustyömaan toimivuudesta.

Korjaustoimenpiteitä toteuttaessa pääurakoitsijan työnjohdon on oltava kärsivällinen pitääkseen työntekijä hänelle osoitetussa työnkuvassaan, sillä tästä työtehtävästä riippuu sisävalmistustyön alkamiseen tarvittava pohjatyön laatu. Be-

tonipintojen pohjatyön ollessa puutteellista, aiheutuu pintojen korjaamisista ylimääräisiä kustannuksia. Pääosin nämä kustannukset muodostuvat aliurakoitsijan lisätyötunneista töiden viivästymisen takia ja pääurakoitsijan työntekijöiden suorittamista korjaustoimenpiteistä. Lisäksi ongelmia esiintyy työtehtäville mitoitetuissa aikatauluissa, näiden ylittyessä ne venyttävät kokonaisaikataulua. Edellä mainituista pohjatyön ongelmista aiheutuu myös ylimääräistä sekaannusta työkohteessa, kun urakoitsijan pitäisi aloittaa työt, mutta ilmoittaa juuri ennen sovittua aloitusta, että pohjatyö on puutteellisesti suoritettu.

Aliurakointina monesti suoritettava seinäpintojen hionta sekä pystyseinä- ja katonrajan jiiripiikkaus ovat urakkatyötä. Seinän ja lattiarajan piikkauksesta huolehtii pääurakoitsijan työntekijät. Jiirien piikkauksessa niin lattia- kuin katonrajassakin valvonta on tarpeellista, sillä eteen tulevat paiseet ja muut huolimattomuusvirheet ovat työläitä korjata juuri tasoitetyön alkaessa.

Elementtien asennustyöstä on kulunut viikkoja, ennen kuin hiominen tai jiiripiikkaus aloitetaan, sillä muottikaluston purku sekä naulojen poisto kulmahiomakoneella seinistä ja katoista edeltää tätä työvaihetta.

## 4 VALVONTA

Valvonnalla tarkoitetaan pääasiassa pääurakoitsijan työjohtoa, sillä viimeistään pääurakoitsija vastaa ilmenneistä virheistä tilaajalle ja muille aliurakoitsijoille silloin, kun työkohteen pinta ei ole hyväksyttävällä laatutasolla. Aliurakoitsijalla ei ole todennäköisesti työmaalla täysipäiväistä työjohtoa, vaan työjohdon työtehtäviä hoitaa työryhmän kokenein vetäjä (ns. nokkamies).

Asiantunteva työjohto vaatii tuekseen myös ammatillista (lisä)koulutusta pääurakoitsijan työjohdolle. Vain rakentamisen kehityksessä mukana pysyminen tuoreilla tietotaidoilla tuottaa tehokkaita työtuloksia pitkällä tähtäimellä. Vaarana on, että työjohto teettää työt aikaisemmin hyväksi havaituilla työtavalla, jotka voivat olla vuosikymmenten takaa.

Yleiseen rakennusalan kehitykseen on ajanut väliajoin alan huono imago, jolloin on uudistettu toimintatapoja. Kansainvälisen kilpailukyvyn puute on aiheuttanut myös ongelmia, jolloin kilpailukykyä ulkomaille on haettu kehittämällä työmenetelmiä ja tuotteita, jotka tulevat myös kehittäjän kotimaassa käyttöön. Kehitystä on auttanut myös laadunvarmistamista käsittelevä SFS ISO 9000 –standardisarja. (Koivu 2002, 12.)

### 4.1 Työntekijöiden valvonta

Valvonnalla on mahdollisuus vaikuttaa loppukäyttäjän havaitsemaan laatuvaikutelmaan ja siksi valvonnan on syytä toimia asiantuntevasti työmaalla. Valvonnalle koituu lisätyötä, jos työmaalla työskentelee muuta kuin suomea äidinkielenään puhuvia työntekijöitä. Näissä tapauksissa laatuongelmat johtuvat usein juuri kieliongelmistä. Laatuongelmat ovat usein viimeistelytyöitä koskevia. (Koivuniemi 2013.)

Pääurakoitsijan työjohdon on puututtava ilmenneisiin laatuvirheisiin joko ilmoittaen urakoitsijalle vaadittavista korjaustoimenpiteistä tai organisoimalla paikalle

oma työvoima suorittamaan korjaustoimenpiteitä. Aina eivät runkotyön laatuvaatimukset täytä suoraan sisävalmistustöiden aloitusvaatimuksia, joten monesti pinnan korjaustyö joudutaan tekemään pääurakoitsijan omalla työvoimalla viimeistään silloin, kun tasoiteurakoitsija ilmoittaa töiden viivästyksistä puutteellisten pintojen takia. Monesti myös betonipinnat altistuvat jälkeensä tehdyille betonointitöille, kuten saumauksille ja holvibetonoinneille, joten roiskeilta ei voida varauksetta välttää.

Kaikki elementit on tarkastettava silmämääräisesti niiden saapuessa, jotta mahdolliset reklamointiasiat tulee kirjattua ylös kuljettajalta saatavaan rahtikirjaan. Mitä varhaisemmassa vaiheessa virheet havaitaan, sitä helpommin hyvitys on sovittavissa. Elementteissä voi olla virheellisiä uria, kaarteita ja ylimääräisiä varauksia, jotka pitää paikata umpeen ennen mahdollisten sisävalmistustöiden alkua. Lisäksi elementeissä on oltava tunnistetiedot sekä tiedossa mahdolliset kuljetuksen aikana syntyneet vauriot. Nämä kaikki seikat on dokumentoitava sekä reklamoitava mielellään valokuvien kera elementtien valmistajalle mahdollisten hyvitysten vuoksi. Nämä edellä mainitut tarkastukset ovat työnjohdon tehtäviä. Vaikka tehtävien siirtoa työntekijälle tapahtuu, se ei ole suotavaa, sillä vastuun reklamaatiosta kantaa aina toimihenkilö. (Heiska & Koskenvesa 2010, 23.)

#### 4.2 Työnjohdon valvonta

On tärkeää, että pääurakoitsijan työnjohdon soveltuvuutta kyseisiin valvontatöihin tarkistetaan ja valvotaan muiden toimesta tarpeen niin vaatiessa. Pitää huomioida, että henkilö voi olla jäävi tehtäväänsä. Jääviydellä tarkoitetaan tässä sitä, että urakoitsijan työntekijät tai työnjohto kuuluvat kyseisen tehtävän pääurakoitsijan työnjohdon ystäväpiiriin tai heillä on muita kytköksiä siviili- tai työelämän puolella. Tämä edellä mainittu asia vaikuttaa myös moneen muuhun tapahtumaan, kuten lisätuntien kuittauksiin heppoisin perustein ja urakkarajojen epäselvyyksiin, joten syy ja tarve valvonnalle on olemassa.



Luonnollisesti monena vuonna samoja urakoitsijoita käyttäessä suhteet muuttuvat läheisimmiksi, mutta osaavan työnjohdon ammattitaitoon kuuluu myös työn ja vapaa-ajan erittelytaito.

## 5 TYÖSUORITE

Ratu-kortistoista löytyy oikeaoppisten työvälineiden valintaan ja teknisiin ominaisuuksiin liittyvää tietoutta, joka helpottaa työsuorituksen tehokasta suorittamista. (Kuva 3.) Tietokortistojen antia kannattaa hyödyntää, sillä väärillä tiedoilla tekeminen voi tulla hyvinkin kalliiksi.

### 5.1 Paikallavalu, aloitus ja työvälineet

Työmaalla on oltava oikeanlaisia ja määrällisesti riittävästi työvälineitä käytettävissä korjaustoimenpiteiden suorittajille. Vuoro-odottelut työkoneiden kohdalla eivät tässä työsuoritteessa toimi, sillä suoritemäärä voi olla kohteessa merkittävä ja aikataulun mukainen työaika suoritteelle rajallinen.

#### **Saumalaikkaus**

Saumalaikkaus tehdään elementtien jo asennuksessa saumatuille saumoille, jotka ovat joko virheellisesti täytettyjä tai laastiaineksen kutistuma on ollut liian suuri. Työsuorite tapahtuu niin, että elementti sahataan auki vanhan saumaineksen rajapinnasta. Työ tapahtuu kulmahiomakoneella, johon on asennettu timanttilaikka. Saumalaikkauksen sauma-aines pois piikataan.

Suorite piikkaukselle on noin 8 juoksumetriä/työvuoro (Ratu 0406 2012, 1). Käytännön tilanteissa työsaavutukset vaihtelevat moninkertaisesti työkohteesta riippuen.

#### **Saumapiikkaus**

Saumapiikkaus tehdään timanttilaikkauksen reunaa pitkin lattian suuntaan painaen. Kalustona tähän soveltuu kevyt piikkauskone. Työ on tehtävä kuitenkin varoen, ettei elementin pintarakenne lohkea. Piikkausteränä tässä käy kapeale-

vyinen ja hoikka piikki. Korkeampaa saumaa piikattaessa voi käyttää leveämpää piikkausterää, joka nopeuttaa työsuoritetta (jm) huomattavasti.

## Seinien kaarevuus

Kalustona tähän suoritteeseen käy kevyt piikkauskone sekä piikkausterinä erilevyisiä kampapiikkiteriä. Kampaterien kappalemääriin on kiinnitettävä huomiota, sillä terämenekki on suuri työsuoritteiden kuormittavuuden takia.

Seinäpintojen oikaisutyössä ja uudelleen tasoituksessa vaaditaan huolellisuutta, sillä työn jäljelle asetetut toleranssit ovat hyvin tiukkia. Luokka 1:ssä kahden metrin matkalla suurin sallittu poikkeama on +/- 3 mm ja luokka 2:ssä +/- 5 mm. (Ratu 1194-S 2001, 4.)

## SOVELTUVUUDET

|                             |       |    | Käsitönteolliset piikkauslaitteet |          |                              | Peruskoneeseen kiinnitettävät iskuvasarat |                 |
|-----------------------------|-------|----|-----------------------------------|----------|------------------------------|---|-----------------|
|                             |       |    | Kevyet piikkausvasarat            | Hakkurit | Keskiraskaat piikkausvasarat | Pienkoneeseen                             | Kaivinkoneeseen |
| Piikkaus                    | ylös  | XX | XX                                | 0        | 0                            | XX  | X               |
|                             | vaaka | XX | X                                 | X        | X                            | XX  | X               |
|                             | alas  | X  | X                                 | XX       | XX                           | XX  | XX              |
| Poraus                      |       | XX | 0                                 | XX       | 0                            | 0   | 0               |
| Jiirien puhdistus           |       | X  | XX                                | 0        | 0                            | 0   | 0               |
| Railojen tekeminen (uritus) |       | X  | 0                                 | XX       | 0                            | 0   | 0               |
| Rappauksen poisto           |       | XX | XX                                | 0        | 0                            | 0   | 0               |
| Valupurseiden poisto        |       | XX | XX                                | X        | 0                            | 0   | 0               |
| Purku                       |       | 0  | 0                                 | X        | XX                           | XX  | XX              |
| Kivien rikkominen           |       | 0  | 0                                 | 0        | X                            | XX  | XX              |
| Roudan rikkominen           |       | 0  | 0                                 | 0        | XX                           | XX  | XX              |
| Asfaltin rikkominen         |       | 0  | 0                                 | XX       | XX                           | XX  | XX              |
| Jään poisto                 |       | X  | X                                 | XX       | XX                           | XX  | XX              |

XX soveltuu hyvin    X soveltuu    0 ei sovellu

Kuva 3. Ratu-kortistosta löytyy kattavat tiedot käytettävistä välineistä (Kone-ratu 09-3026 1993, 3).

## 5.2 Työn suoritus ja tarkastus

Elementtien ja paikallavalettujen seinien piikkaustyö suoritetaan yksilötyönä, ja työn suorittajan tulee kuljettaa piikkausjäte pois työkohteesta roska-astioihin. Kulmahiomakonetta käytettäessä on huomioitava pölynpoisto kohteessa. Vaikka runko on avoin, voi työsuoritteesta olla suurta haittaa muille ympäristössä oleville työvaiheille. Tilanteesta riippuen esimerkiksi betonointipäivinä työ voi olla ylityötä. Sauman työstämisessä työvälineenä on piikkauskone ja tarvittaessa kulmahiomakone. Holvibetonoinnissa työvälineenä ovat lähinnä kostutettu harja ja lapio, joilla betoniroiskeet saadaan pois seinä- ja lattiapinnoilta tuoreena.

Työvaiheen tarkastuksen suorittaa pääurakoitsijan edustaja, joka voi olla työnjohtaja, työmaainsinööri tai vastaava työnjohtaja. Tarkastus on suoritettava ennen kuin maksuliikenne lähtee liikkeelle, jotta saadaan havaituille korjaustoimenpiteille painava syy. Tarkastus voi vaatia ohjurilautaa tai muita vastaavia työvälineitä ainakin seinän kaarevuuden määrittämiseksi. Virheiden todettua pitää niiden kohdat merkitä merkkausliidulla, etteivät ne pääse unohtumaan.

Jos virheitä ilmenee, tulee ne korjata heti. Vaihtoehtoisesti tulee tehdä korjaussuunnitelma, milloin kyseiset virheet tulee korjata. Vaarana on, että työmaan edetessä työn tehneelle aliurakoitsijalle ”toissijaiset” suoritteet jäävät vähemmälle huomiolle, sillä betonirunkotyössä päähuomio kohdistuu työn etenemiseen. Huomauttamalla aliurakoitsijaa maksuliikenteen pysäytyksellä tai ainakin sen mahdollisuudella, antaa korjauskehoituksille huomattavasti suuremman painoarvon. (Kuva 4.)

Kun pääurakoitsijan työnjohtajalle tai edustajalle virheet on ilmoitettu korjatuksi, tulee pääurakoitsijan työnjohdon hyväksyä kyseinen korjaus. Näin saadaan urakoitsijan maksuerät liikkeelle.



Kuva 4. Sauma-ainesta on liikaa vasemmalla näkyvässä elementissä. Tarpeeton tartuntarauta aiheuttaa lisäksi vakavan työturvallisuusriskin.

### 5.3 Elementtien vaakasaumat

Elementtien vaakasaumojä viimeisteltäessä on tärkeää kertoa työn suorittavalle työntekijälle ajantasaiset tiedot siitä, milloin hänen on oltava työkohteellaan. Saumaussuoritteeseen tarvittava asennuslaastin asennus tapahtuu kauhalla tai saumausraudalla. Purseiden pois piikkaus tapahtuu kevyellä piikkauskoneella.

Asennuslaastin kosteana saumaaminen tapahtuu kevyesti painaen saumausraudalla. Lisätäytöt tehdään tarpeen mukaan, ja tartuntarautojen kolot täytetään karkeatäytöllä seinäpinnan kanssa lähes tasan. Tartuntarautakoloissa esitäyttö on suoritettu aikaisemmin laastipumpulla elementtisaumausryhmän toimesta. Hienotäyttö tehdään ennen lopullista seinäpinnan tasoitetta.

Alla olevassa kuvassa näkyy, että lattianrajassa elementin sauma-aines on syvällä muruina (kuva 5). Korjaavana toimenpiteenä tulee tehdä irtokappaleiden

imurointi ja elementtisauman täyttö lähes seinäpinnan kanssa tasan. Työn suorittaminen hankaloituu olennaisesti, kun lämpöpatteriputkivedot on vedetty ja lämpöpatterit on asennettu, joten virheiden korjaus tulisi suorittaa pikimmiten.



Kuva 5. Julkisivuelementin saumalaastia, elementin asennuskolot esitäytetty.

Elementin vaakasaumojen täyttötöövaihe on tarkastettava ennen asennuslaastin kuivumista, jotta piikkaustoimenpiteisiin ei tarvitse ryhtyä. Elementtityön saumaustyöt ovat helposti tarkastettavissa silmämääräisesti, joten suuria aikataulullisia panostuksia tarkistus ei vaadi.

#### 5.4 Elementtien pystysaumamat

Elementin pystysaumojen täytössä työn suorittaa yleensä aliurakoitsija, sillä työmenetelmä vaatii erikoislaitteiston, jolla saumalaasti pumpataan paineletkulla pystysaumoihin. Pumppausta käytetään myös syviin ja hankalasti sijaitseviin

vaakasaumoihin, joita ei ole esitötetty. Työsuoritetta on oltava yleensä vähintään kahden kerroksen verran ennen kuin työryhmä saapuu työmaalle. Työsuorituksen kesto on keskimäärin puolitoista päivää kerroksessa.

Esimerkkikuvassa (kuva 6) katonrajassa elementin vaakasaumasta puuttuu suurelta osin sauma-aines. Holvivalun yhteydessä on syntynyt betonipurseita, jotka on piikattava pois vähintään seinälinjan mukaisesti. Saumaustyövaihe on kuvan tapauksessa unohtunut ja on nyt paljon hankalampi suorittaa sähkövetojen vuoksi.



Kuva 6. Käytävältä huoneistoon vievä saumaus on vajaata.

Jokaiseen pystysaumaan on asennettava suunnitelmissa niihin määrätty saumaraudat, jotka pujotetaan paikoilleen ennen ylemmän holvin raudoitusta ja betonointia. Näiden unohtaminen tuo merkittävän työsuoritelisän jälkiasennuksena. Vaikkakin saumaajien ammattitaitoon kuuluu raudoitteiden huomioiminen, silti joskus työryhmä jättää raudoittamattoman sauman saumaamatta. Sau-

mausryhmä poistuu työmaalta täysin ilmoittamatta pääurakoitsijan työnjohdolle. Yksittäiset raudoitteen unohdukset ehtii tekemään saumausryhmän työskennellessä samassa kerroksessa. Saumausryhmä palaa yleensä vasta seuraavassa kierrossa raudoittamatta jätettyyn kohteeseen. Seuraava kierto on kahden viikon kuluttua edellisestä saumauskerrasta. Tämä saumaamatta jätetty kohta vaikeuttaa muun muassa tasoiteurakoitsijoiden työtä. Työsuoritteeseen soveltuu vain siihen tarkoitettu laastiasema ja paineletku. Viimeistely tapahtuu muurauskauhalla.

Pystysaumojen saumaustyö vaatii yleensä kolmen henkilön työpanosta. Yksi sekoittaa laastia laastiasemalla, yksi on paineletkun päässä saumaamassa ja yksi henkilö viimeistelee saumausjäljen kauhalla. Laastipumppua liikutellaan kerrokseen yleensä torninosturilla, sillä painekoneen pumpputeho ei riitä monen kerroksen säteelle. Saumalaastisäkki (1 000 kg:n suursäkki) nostetaan torninosturilla aina koneen viereen esimerkiksi parvekkeelle. Nostotilanteissa tulee puutoamissuojausta valvoa, sillä kaiteet poistetaan nostojen ajaksi ja koneet sekä säkit vedetään käsin heijariliikkeellä rakennuksen reunalta parvekkeelle.

Työvaihe on tarkastettava aika-ajoin työsuoritteen edetessä, sillä puutteet ovat helpoiten korjattavissa, kun saumausryhmä on samassa kerroksessa letkuiheen. Tämä vaatii pääurakoitsijan työnjohdon erityishuomion niinä päivinä, kun saumausryhmä työskentelee työmaalla.



## 6 YHTEENVETO

Pääurakoitsijan työnjohdolla on työmaalla tärkeimpinä asioina työn ennalta-suunnittelu, valvonta ja työtehtäville tiettyjen henkilöiden nimeäminen. Nimeäminen helpottaa kokonaisuuden hallintaa, sillä työvoimaa ei hallitsemattomasti esim. toisten työnjohtajien toimesta voi erottaa kesken työsuoritteen. Valvon- nassa on havaittuihin puutteisiin reagoitava heti ja tarpeen tullen otettava ne esille työmaapalaverissa. Työsuoritteita suunniteltaessa pitää myös huomioida työvälineiden oikeanlaisuus ja määrällinen riittävyys. Myös kaikenlaiset oheis- tarvikkeiden, kuten sähköjohtojen, riittävyys tulee varmistaa.

Paikallavalettaessa erona on tehollisesti suuremmat korjaustoimenpiteet virhei- den sattuessa elementtiseinään verrattuna. Paikallavaluseinää pääsee muok- kaamaan vasta muottienpurkamisen jälkeen, kun taas elementtiseinissä vii- meistely voi alkaa heti, kun elementti on asennettu paikoilleen. Elementtiseinis- sä vain saumojen kohdat vaativat erityistä huomiota. Elementtiseinissä pys- tysaumamat asettavat lisävaatimuksia, sillä työn suorittaa aliurakoitsija erikoislait- teillaan. Saumausryhmän jaksottainen työmaalla työskentely asettaa haasteita puutteiden havaitsemiseen, sillä muuten virheet jäävät korjaamatta seuraavaan kiertoon.

Pää-, sivu- ja aliurakoitsijan työntekijöiden perehdytykset yksittäisiin työtehtäviin varmistavat, että työvaihe on kaikille tekijöille läpikäyty. Näin huolehditaan, että työn laatu on sopimuksissa esitettyä.

## LÄHTEET

Heiska, T. & Koskenvesa, A. Mittaviiva Oy. 2010. Betonielementtien turvallinen asennus. Betoniteollisuus ry. [PDF-dokumentti] Viitattu 10.5.2013. Saatavissa: <http://www.betoni.com/Download/23432/Betonielementtien%20turvallinen%20asennus.pdf>

Koistinen, L. & Kivimäki, C. Mittaviiva Oy. Elokuu 2012. Rakennustieto Oy, Talorakennusteollisuus ry & Rakennustietosäätiö. Ratu-tietokanta. 0406: Menetelmät ja menakit

Koivu, T. 2002. Toimintamalli rakennusprosessin parantamiseksi. VTT. [PDF-dokumentti] Viitattu 14.5.2013. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P475.pdf>

Koivuniemi, H. 2013. Rakentamisen laatu ei ole retuperällä. Länsiväylä. 19.2.2013. Viitattu 10.5.2013. Saatavissa: <http://www.lansivayla.fi/artikkeli/223566-%E2%80%9Drakentamisen-laatu-ei-ole-retuperalla%E2%80%9D>

Lehtinen, J. & Koski, H. Maaliskuu 1993. VTT. Rakennustuotantolaboratorio. Rakennustietosäätiö. Koneratu-tietokanta. 09-3026: Piikkauslaitteet.

Leino, A. Artikkelijulkaistu aikaisemmin rakentajain kalenterissa 2010. Viitattu 14.5.2013. Saatavissa: <http://www.rakennustieto.fi/lehdet/rakennustaito/index/lehti/5qCvcc0w0.html>

Olenius, A. Mittaviiva Oy. Kesäkuu 2001. Rakennusteollisuuden keskusliitto ja Rakennustietosäätiö 2001. Ratu-tietokanta. 1194-S: Pintatyöt, tehtäväsuunnittelu.

Suomen Betoniyhdistys ry. 2009. Betonitekniikan oppikirja 2004. BY 201. Viides, uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy.

VTT. Rakentamisen turvallisuuden hallinta. 2006. Viitattu 25.4.2013. Saatavissa: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/ytya/t-johtaminen.htm>